

Данное исследование выполнено методом микромагнитного моделирования с использованием пакета программ MuMax3.6.2 и компилятора GFortran. Для визуализации результатов работы были написаны специальные программы в среде Mathematica.

## **ВЛИЯНИЯ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЁНОК Fe19Ni81/Ni(x)Mn(100-x)/Fe19Ni81**

Темрюкова Э.Р.<sup>\*</sup>, Балымов К.Г., Лепаловский В.Н., Васьковский В.О.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [alina24\\_95@mail.ru](mailto:alina24_95@mail.ru)

## **INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE HYSTERESIS PROPERTIES FILMS Fe19Ni81/Ni(X)Mn(100-X)/Fe19Ni81**

Temryukova E.R.<sup>\*</sup>, Balymov K.G., Lepalovskiy V.N., Vas'kovskiy V.O.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. This work is devoted to the study of magnetic properties of Fe19Ni81/Ni(x)Mn(100-x)/Fe19Ni81 films annealed at different temperatures. Non-monotonic dependences of the exchange bias field and the coercivity on the temperature were obtained. The significant increase of the blocking temperature was observed.

Однонаправленная анизотропия одно из явлений, активно изучаемых в последнее время [1,2]. На эксперименте оно проявляется в виде смещения петли гистерезиса вдоль оси магнитного поля. Такая аномалия оказалась востребованной в сфере производства датчиковой аппаратуры, поскольку является наиболее технологичным решением задачи подмагничивания функционального слоя, обладающего, например, эффектом анизотропии магнитосопротивления. Величина обменного смещения оказывается чувствительной к различным физическим факторам: толщине слоев, температуре отжига, концентрации элементов в слоях и другим. В данной работе проводилось исследование влияния термообработки на гистерезисные свойства плёнок Ta/Fe19Ni81/Ni(x)Mn(100-x)/Fe19Ni81/Ta с однонаправленной анизотропией.

Образцы были получены методом магнетронного распыления на подложках из стекла фирмы Corning. Толщины слоёв плёночной структуры Ta/Fe19Ni81/Ni(x)Mn(100-x)/Fe19Ni81/Ta составляли 5 нм/5 нм /20 нм /40 нм /5 нм соответственно. Состав бикомпонентного слоя Ni(x)Mn(100-x) варьировался в диапазоне 20 – 54 мас.%. Полученные образцы подвергались отжигу в вакууме в течение часа при температурах 200°C – 500°C. Магнитные измерения про-

водились с помощью вибромагнитометра LakeShore 7407 VSM в диапазоне температур 300-700К.

Установлены закономерности формирования однонаправленной анизотропии и гистерезисных свойств плёнок Ta/Fe<sub>19</sub>Ni<sub>81</sub>/Ni(x)Mn(100-x)/Fe<sub>19</sub>Ni<sub>81</sub>/Ta при варьировании температуры отжига. В частности, обнаружены сильные различия в температурных зависимостях поля обменного смещения (рис. 1) и коэрцитивной силы для плёнок, подвергнутых различной термообработке. Возможной причиной этих различий указывается изменение структуры антиферромагнитного слоя. Кроме этого, обнаружено, что термообработка при 300°C приводит к существенному увеличению температуры блокировки.

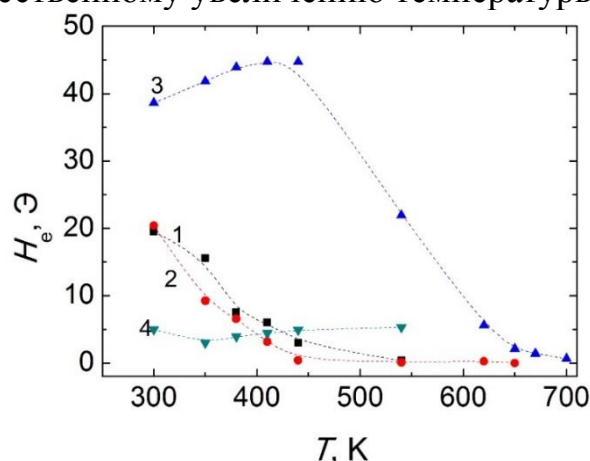


Рис. 1. Зависимости поля обменного смещения  $H_e$  плёнок Ta/Fe<sub>19</sub>Ni<sub>81</sub>/Ni<sub>30</sub>Mn<sub>70</sub>/Fe<sub>19</sub>Ni<sub>81</sub>/Ta в исходном состоянии (кривая 1) и после термообработки при температурах: 200 °C - кривая 2; 300 °C - кривая 3; 400 °C - кривая 4

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, проект RFMEFI57815X0125.*

1. Kulesh N.A., Balymov K.G. et al., IEEE Trans.on Magn., 51, 4800204 (2015)
2. Pan X., Zhou G.-H. et al., Gongneng Cailiao/JFM, 45, 10105 (2014)

## NEUTRON STUDY OF THE POLYCRYSTALS LiMPO<sub>4</sub> (M = Fe, Mn)

Urusova N.V.<sup>1\*</sup>, Lee S.<sup>2</sup>, Semkin M.A.<sup>1</sup>, Volegov A.S.<sup>1</sup>, Barykina J.A.<sup>1,3</sup>,  
Kellerman D.G.<sup>3</sup>, Pirogov A.N.<sup>1,4</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Neutron Department, Korea Atomic Energy Research Institute, Daejeon, Korea

<sup>3)</sup> Institute of Solid State Chemistry of the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>4)</sup> Institute of Metal Physics of the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia

\*E-mail: [natali.urusova@mail.ru](mailto:natali.urusova@mail.ru)

LiMnPO<sub>4</sub> and LiFePO<sub>4</sub> are multiferroic materials in which there are two subsystems - the magnetic and ferroelectric orderings at the same time. Interactions between